

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)3月19日

FI

Z 7811-2K

9120-2K

(74)代理人 弁理士 中村 稔

[illegible]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも変倍光学群又は焦点調節群を有する結像光学系と、該結像光学系の光軸を偏心又は傾動させる補正光学機構と、前記結像光学系に加わる振動を検知する振動検知手段と、該振動検知手段からの信号に基づいて前記補正光学機構を駆動し、像ブレ補正を行う像ブレ補正手段とを備えた像ブレ補正装置において、前記像ブレ補正手段内に、前記変倍光学群又は焦点調節群の位置に応じて前記補正光学機構の駆動変位の上限値を決定し、これに基づいて前記補正光学機構の変位を制限する制限手段を設けたことを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 2】 制限手段内に、変倍光学群又は焦点調節群の移動に伴う物体側での像ブレ補正可能範囲の変化を略一定に規制するべく上限値を決定する上限値決定手段を具備していることを特徴とする請求項 1 記載の像ブレ補正装置。

【請求項 3】 制限手段は、変倍光学群又は焦点調節群の位置に応じた補正光学機構の変位許容限界記憶値を有し、この記憶値にしたがって補正光学機構の変位を制限する手段であることを特徴とする請求項 1 記載の像ブレ補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、少なくとも変倍光学群又は焦点調節群を有する結像光学系と、該結像光学系の光軸を偏心又は傾動させる補正光学機構と、前記結像光学系に加わる振動を検知する振動検知手段と、該振動検知手段からの信号に基づいて前記補正光学機構を駆動し、像ブレ補正を行う像ブレ補正手段とを備えた像ブレ補正装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来からカメラの像ブレ補正のための装置は、種々提案されている。その一例として、2枚の平行平板ガラス間に透明液体を封入し、2枚のガラスの相対角度を変える事により、プリズム作用を生じせしめて光線を偏光させる、いわゆる可変頂角プリズムを用いる

$$d_{11} = f (1 + \beta) \cdot \theta$$

となる。一方、補正光学系 2 の変位量 d_1 に対する像の

$$d_{11} = S_1 \cdot d_1$$

となる。そして偏心敏感度 S_1 は焦点距離 f と撮影倍率

$$S_1 = S_1 (f, \beta)$$

と表せる。そして、像ブレ補正の原理は撮影光学系 1 の角度ブレによる像ブレ (①式) をレンズ変位による像変

$$d = d_1 = (d_{11} / S_1) = \{ f \cdot (1 + \beta) \cdot \theta \} / \{ S_1 (f, \beta) \} \\ = k \theta \quad \text{.....④}$$

あるいは

$$\theta = \{ S_1 (f, \beta) \cdot d_1 \} / \{ f \cdot (1 + \beta) \} = d_1 / k \quad \text{.....⑤}$$

が導かれる。

【0009】

ものが特開平 2 - 5 9 7 1 8 号等で提案されている。これは、撮影光学系にこの可変頂角プリズムを付加し、撮影光学系のブレによる結像面上の像ブレを、該可変頂角プリズムの光線偏向作用により解消するものである。

【0003】そして、一般に該可変頂角プリズムは撮影光学系の前面に配置されるが、その場合、撮影光学系のブレ量に対するプリズム駆動角度の係数は、撮影光学系の特性によらず一定である。すなわち、撮影光学系がズームレンズであっても、像ブレ補正のための制御定数を変更する必要がない。しかし、この方式では該可変頂角プリズムの有効口径を大きくする必要があるので、装置が大きくなってしまふ欠点がある。

【0004】そこで、撮影光学系内の一部の光学系を光軸に対して垂直方向に変位する事により結像面上の像を移動させ、像ブレを解消するものが本出願人により特開昭 6 2 - 4 4 7 0 7 号等で提案されている。このブレ補正原理を図 1 3 に示す。

【0005】図 1 3 において、1 は変倍系、焦点調節系、補正光学系を含む撮影光学系、2 はブレ補正を行うための補正光学系で、該補正光学系を d_1 変位させると、像が d_{11} 変位する。3 は角変位計で、撮影光学系 1 のブレ角変位 θ を検出して出力する。4 はブレ角変位 θ を、像ブレ解消のために必要な変位信号 d に変換するための係数変換器である。

【0006】5 はアクチュエータであり、前記補正光学系 2 を前記変位信号 d に従って駆動制御する。6 は補正光学系 2 の実際の変位 d_1 を検出する位置検出センサであり、該センサ 6 からの信号をオペアンプ 7 を介してアクチュエータ 5 の入力系にフィードバックさせる事により、補正光学系 2 が変位信号 d に対して正確に追従することができる。

【0007】ここで、撮影光学系 1 のブレ角変位 θ と補正光学系 2 の変位量 d_1 及び像移動量 (変位量) d_{11} の関係について説明する。

【0008】撮影光学系 1 の焦点距離を f 、撮影倍率を β とすると、撮影光学系 1 が前側主点を中心に θ [rad] の角度ブレを生じた時の像変位量 d_{11} は

$$\text{.....①}$$

変位量 d_{11} の比を偏心敏感度 S_1 と称することにすると

$$\text{.....②}$$

β の関数なので

$$\text{.....③}$$

位 (②式) で解消するのであるから、①=②及び③式を用いて

$$\text{.....④}$$

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例では以下の様な問題点を生じる。

【0010】すなわち、ズーミング、或は、フォーカシングにより「 f 」、「 $(1+\beta)$ 」、「 $S_i(f, \beta)$ 」の値は変わるが、補正光学系2の最大変位可能量 $d_{i, \max}$ は不変である。すると、式⑤より、ブレ補正可能角度 θ_{\max} が焦点距離 f により変化してしまう。そして、一般にズーミングによる偏心敏感度 $S_i(f, \beta)$ の値はテレ側で大きくはなるが、焦点距離 f の変化率よりは小さいため、ブレ補正可能角度 θ_{\max} はテレ側よりワイド側で大きくなる。この様子を図14に示す。

【0011】すると、この場合以下の様な問題点を生じる。

【0012】1) ズームレンズ付カメラを構える際、人間の手ブレ振幅は焦点距離によらずほぼ一定である。一方、ブレ補正可能範囲は通常の手ブレ振幅より大きくなければならないが、あまり大きすぎるとパンニング操作時に撮影者に違和感を与えたり、かえって使いづらいものになってしまう。

【0013】2) ワイド側でブレ補正範囲が大きいという事は、光学系の収差もワイド側で大きくなる事を意味する。一方、ワイド側では単位ブレ角度当りの像ブレ変位量は小さいので、手ブレによる画像劣化はテレ側に比べて小さい。にもかかわらずワイド側でも撮影者がパンニング操作を行った場合、像ブレ補正装置は該パンニング操作にตอบสนองしてブレ補正範囲の最大領域部分を使用する事は有り得る。この時に露光を行うと、手ブレ補正は正確に行えたとしても収差による画像劣化が生じる。

【0014】本発明の目的は、上記の点の鑑み、パンニング操作性を低下させず、使い勝手を良好なものにすると共に、画像劣化のない写真を与えることのできる像ブレ補正装置を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、像ブレ補正手段内に、変倍光学群又は焦点調節群の位置に応じて補正光学機構の駆動変位の上限值を決定し、これに基づいて補正光学機構の変位を制限する制限手段を設けている。

【0016】

【作用】ズーミング等により像ブレ補正範囲が変化するが、この場合にはその変化に応じて補正光学機構の変位、つまり像ブレ補正範囲を制限し、ワイド側での像ブレ補正範囲が広くなり過ぎないようにしたり、前記像ブレ補正範囲が収差の大きな領域部分までも含まないようにしている。

【0017】

【実施例】図1乃至図5は本発明の第1の実施例に係る図である。

【0018】図2は本発明に用いられる結像光学系を示したもので、焦点距離は100mm～300mmの3倍ズームであり、同図上はワイド端 ($f=100\text{mm}$)、下はテレ端 ($f=300\text{mm}$)におけるレンズの配置を示す。

【0019】この結像光学系は4つの群より成り、変倍

に当っては第四群が固定で、第一、二、三群が移動し、また焦点調節の際には第一群が移動する。そして、第二群を光軸に対して垂直方向に変位させる事により、結像面上の像を変位させて像ブレ補正を行う。

【0020】この結像光学系の像ブレ補正に関する諸特性は先に示した図14の通りである。

【0021】被写体距離が無限大の場合、 $f=100\text{mm}$ 及び300mmにおける偏心敏感度 $S_i(f, \beta)$ は各々「2.5」、「3.5」である(図14参照)。一方、補正光学系(第二群)の最大変位可能量 $d_{i, \max}$ は該光学系の支持機構部の構造で決ってしまい、焦点距離 f には無関係で「 $\pm 2\text{mm}$ 」である。すると、像の最大変位量 $d_{i, \max}$ は、前述の②式より各々「 $\pm 5\text{mm}$ 」、「 $\pm 7\text{mm}$ 」となり、ブレ補正可能角度 θ_{\max} は、①式より各々「 $\pm 0.050\text{ rad}$ 」、「 $\pm 0.023\text{ rad}$ 」となる。すなわち、ブレ補正可能量はブレ角度で比較した場合、ワイド側ではテレ側に比べて2倍以上のブレ角度に対して補正可能となっている事がわかる。

【0022】そこで、本発明の主旨はこのブレ補正可能量を適宜調節する事にある。

【0023】図1は本発明の第1の実施例に係る主要部を示した構成図である。

【0024】図1において、CMRはカメラ本体であり、LNSはカメラ本体CMRに対して着脱可能な交換レンズを表す。

【0025】まず、カメラ本体CMR側の構成について説明する。

【0026】CCPUはカメラ内マイクロコンピュータ(以下マイコンと記す)で、ROM、RAM、A/D変換機能を有する1チップマイコンである。カメラ内マイコンCCPUはROMに格納されたカメラのシーケンスプログラムに従って、自動露出制御、自動焦点調節、フィルム巻上げ等のカメラの一連の動作を行う。そのために、カメラ内マイコンCCPUはカメラ本体CMR内の周辺回路及びレンズと通信して各々の回路やレンズの動作を制御する。

【0027】LCMはレンズ通信バッファ回路であり、電源ラインVLにてレンズLNSに電源を供給すると共に、カメラ本体CMRからレンズLNSへの信号ラインDCLを介する出力及びレンズLNSからカメラ本体CMRへの信号ラインDLCを介する出力のレンズ間通信バッファとなる。

【0028】SNSはCCD等から構成される焦点検出用のラインセンサ(以下単にセンサと記す)、SDRはその駆動回路で、カメラ内マイコンCCPUの命令によりセンサSNSを駆動し、該センサSNSからの像信号を取り込んで増幅し、カメラ内マイコンCCPUに送出する。

【0029】レンズLNSからの光はメインミラーM、ピントガラスPG、ペンタプリズムPPを介して測

光センサSPCに入射し、その出力信号はカメラ内マイコンCCPUに入力され、所定のプログラムに従って自動露出制御(AE)に用いられる。

【0030】DDRはスイッチ検知及び表示用回路であり、カメラ内マイコンCCPUから送られてくるデータに基づいてカメラの表示部材DSPの表示を切り換えたり、カメラの各種操作部材(SWMD)のオン・オフ状態を通信によってカメラ内マイコンCCPUへ報知する。

【0031】SW1, SW2は不図示のリリースボタンに連動したスイッチで、リリースボタンの第1段階の押下によりスイッチSW1がオンし、引続いて第2段階までの押下でスイッチSW2がオンする。カメラ内マイコンCCPUは後述するように、スイッチSW1のオンで測光、自動焦点調節動作及び像ブレ補正動作の開始信号発生を行い、スイッチSW2のオンをトリガとして露出制御とフィルムの巻上げを行う。尚、スイッチSW2はカメラ内マイコンCCPUの「割込み入力端子」に接続され、スイッチSW1のオン時のプログラム実行中でも該スイッチSW2のオンによって割込みがかかり、直ちに所定の割込みプログラムへ移行することが出来る。

【0032】MTR1はフィルム給送用、MTR2はミラーアップ・ダウン及びシャッタばねチャージ用のモータであり、各々の駆動回路MDR1, MDR2により正転・逆転の制御が行われる。

【0033】MG1, MG2は各々シャッタ先幕・後幕走行開始用マグネットで、増幅トランジスタTR1, TR2で通電され、カメラ内マイコンCCPUによりシャッタSTRの制御が行われる。

【0034】次に、レンズLNS側の構成について説明する。

【0035】LCPUはレンズ内マイコンで、カメラ内マイコンCCPUと同じくROM, RAM, A/D変換機能を有する1チップマイコンである。レンズ内マイコンLCPUはカメラ本体CMRから信号ラインDCLを介して送られてくる命令に従って焦点調節用レンズFLNSの駆動制御及び絞りの駆動制御を行う。また、レンズの各種動作状況(焦点調節光学系がどれくらい駆動したか、絞りが何段絞られているか等)やパラメータ(開放Fナンバ、焦点距離、デフォーカス量対線出し量の係数等)を信号ラインDLCを介してカメラ側へ送信する。

【0036】FMTRは焦点調節用レンズFLNSの駆動用モータで、ギヤトレインを介して不図示のヘリコイド環を回し、レンズFLNSを光軸方向に進退させて焦点調節を行う。

【0037】FDRは上記モータFMTRの駆動回路で、レンズ内マイコンLCPUからの信号に従い該モータFMTRの正・逆回転、ブレーキ等の制御を行う。

【0038】この実施例では、前玉フォーカスタイプの

例を示しており、カメラ本体CMRから焦点調節の命令が送られた場合には、同時に送られてくる駆動量・方向に従って上記モータFMTRを駆動して、焦点調節用レンズFLNSを光軸方向に移動させて焦点調節を行う。該焦点調節用レンズFLNSの移動量はエンコーダ回路ENCFのパルス信号でモニタして、レンズ内マイコンLCPU内のカウンタで計数しており、所定の移動が完了した時点で上記モータFMTRを制御する。

【0039】このため、一旦カメラ本体CMRから焦点調節の命令が送られた後は、カメラ内マイコンCCPUはレンズの駆動が終了するまで、レンズ駆動に関して全く関与する必要がない。また、必要に応じて上記カウンタの内容をカメラ本体CMRに送出することも可能な構成になっている。

【0040】ENCBは焦点調節用レンズFLNSの絶対位置を検出するエンコーダ、ENCZはズーム位置を検出するエンコーダで、共にヘリコイド環、ズーム環に設けられたコードパターンと検出ブラシ等の公知の方法にて検出した信号をレンズ内マイコンLCPUに送出する。

【0041】カメラ本体CMRから絞り制御の命令が送られた場合には、同時に送られてくる絞り段数に従って、絞り駆動用としては公知のステッピング・モータDMTRを駆動する。

【0042】ICPUは像ブレ補正用マイコンで、像ブレ補正動作を制御しカメラ本体CMRからレンズLNSへの信号DCL, レンズLNSからカメラ本体CMRへの信号DLCが入力され、該マイコンICPUからの出力信号はレンズ内マイコンLCPUへ入力される。即ち、カメラ内マイコンCCPUとの通信はレンズ内マイコンLCPUとのみ行われ、像ブレ補正用マイコンICPUは両者の通信を傍受する形態をとっている。そして、該像ブレ補正用マイコンICPUからカメラ内マイコンCCPUへの通信は上記レンズ内マイコンLCPUを介して行う。

【0043】ADはレンズLNSのブレを検出する角変位計で、例えば本出願人により提案されている特願平2-201183号の円筒状ケース内の流体の慣性を利用したセンサが用いられる。該角変位計の角変位出力 θ は像ブレ補正マイコンICPUへ送信される。また、像ブレ補正マイコンICPUからは該角変位計の応答周波数特性を制御する制御信号SAD1, SAD2が送出される。

【0044】ICNTは後述する像ブレ補正制御回路で、フィルタ、アンプ、スイッチ等を有し、後述する像ブレ補正用アクチュエータIACTを駆動制御し、そのためにPSDや像ブレ補正マイコンICPUとの信号の入出力ラインを有する。

【0045】ILNSは光軸偏心手段であるところの補正光学系で、後述するガイド機構にて支持され、光軸に

垂直な平面に対し、平行に移動できる。

【0046】I ACTは該支持機構内に設けられた像ブレ補正用アクチュエータで、永久磁石により作られた磁気回路と該磁気回路内を移動するコイルにより構成され、補正光学系I LNSを変位せしめる。

【0047】PSDは上記補正光学系I LNSの位置を検出する位置検出センサで、赤外発光ダイオードI R E Dからの光が補正光学系I LNSと一体で動くスリットS L Tを通過してこの位置検出センサPSDの受光面に入射する事により、該位置検出センサPSDは入射光の位置、即ち補正光学系I LNSの位置信号(変位量 d_i)を発生する。そしてこの位置信号(d_i)は像ブレ補正用マイコンI CPU及び像ブレ補正制御回路I C N Tに入力される。

【0048】S W I Sは像ブレ補正系のメインスイッチで、該スイッチS W I Sをオンすると像ブレ補正用マイコンI CPU及びその周辺回路に電源が投入され、像ブレ補正制御回路I C N Tが動作を開始する。そしてカメラ本体CMRのスイッチS W 1がオンになると、この信号がレンズ内マイコンL CPUを介して像ブレ補正用マイコンI CPUに通信され、モータI M T Rが駆動されて像ブレ補正動作が開始する。

【0049】次に、図3(a)(b)により、検出センサである角変位計A Dについて説明する。

【0050】角変位計A Dの基本構成は本出願人により特願平2-201183号で提案されているものとほぼ同様であり、ここではその制御回路を多少変更し、かつ簡略化した回路にて説明する。

【0051】先ず、機械的構成部分について説明する。

【0052】円筒状の外筒21の内部には液体が満たされており、その液体中には浮体22が軸受27を中心として自在に回転できるように支持されている。又、この浮体22の動きを光学的に検知する為の投光素子25と受光素子26が図に示した様に配置され、更に、浮体22と閉磁気回路を構成するヨーク23、このヨーク23部分と浮体22の間には巻線コイル24が配置されている。

【0053】次に、電氣的構成部分について説明する。

【0054】点線で囲ったAの部分、外筒21に対して浮体22の位置を検出する為の位置検出部であり、投光素子25から発せられた赤外光の浮体22での反射光を位置検出用受光素子26で検出する基本構成である。受光素子26で発生した光電流I a、I bは、既知の通り受光素子26へ入射する赤外光の重心位置に応じて分流され、オペアンプ28で差動増幅され、浮体22の角変位すなわちレンズ鏡筒のブレ角変位(θ)を出力する。

【0055】点線で囲ったBの部分は、センサのパラメータを変化させるための制御部である。図中、2つのスイッチS W A D 1、S W A D 2は像ブレ補正マイコンI

CPUにより制御ラインS A D 1、S A D 2にてオンオフ制御されるスイッチで、該ラインがハイレベルになると該スイッチがオン(閉)となる。そして、該スイッチがオフ(開)の場合には角変位出力 θ はオペアンプ29により「 R_1/R_2 」の増幅率にて増幅されるが、該スイッチがオンされると抵抗 R_1 へ抵抗 R_2 、或は抵抗 R_1 が並列接続され、この結果合成抵抗が下がるので該増幅率が高くなる。そして例えば「 $R_1 = R_2 = R_3 = 2R_4$ 」とすると、該スイッチのオンオフによるオペアンプ29の増幅率は図4(b)のごとく設定される。

【0056】点線で囲ったCの部分は、巻線コイル24を駆動するためのドライバ部で、オペアンプ30はバッファとなる。したがって、制御部Bの出力電圧に応じた電流が巻線コイル24に流れる。すなわち、浮体24の角変位(θ)に比例したコイル電流が流れるので、浮体24は角変位(θ)に比例した復元力を与えられ、かつこの復元力はスイッチS W A D 1、S W A D 2の大きさにより切換えることができる。そして、この復元力が大きい程、角変位出力 θ が素早く「0」に収束し、センサ特性としてはハイパス特性が強い、すなわち

・低周波数のブレ検知能力が低くなる。

【0057】・パンニング時に飽和した角変位出力 θ の飽和領域からの脱出が早くなる。

【0058】・電源オン時のセンサの立上がり時間が短縮される。

等の特性を持たせる事になる。

【0059】図1では像ブレ補正機構部は1軸分しか表していないが、手ブレは上下左右の2次元方向に生じるので、実際のレンズでは2軸方向のブレを検出し、補正光学系I LNSも2次元的に動かさなければならない。

【0060】そこで、図4は補正光学系I LNSの支持機構部を詳しく示したものである。この補正光学機構は、図1において補正光学系I LNSに相当する補正レンズ41を光軸に直交する面内で手振れを補正する方向に動かすことにより、結像面での像振れ抑制効果を得る機構である。

【0061】補正レンズ41は光軸と直交する互いに直角な2方向(ピッチ42pとヨー42y)に自在に駆動可能である。以下にその構成を示す。

【0062】図4において、補正レンズ41を保持する固定枠43はその腕状突部43a、43bに固設されたポリアセタール樹脂(以下POM)等のすべり軸受44pを介してピッチスライド軸45p上を摺動出来る様になっている。又、ピッチスライド軸45pは保持枠46の突部46aに取付けられている。又、該固定枠43にはピッチコイル48pが取付けてある。ピッチコイル48pはピッチマグネット49pとピッチヨーク410pで構成された磁気回路中に置かれており、電流を流す事で固定枠43はピッチ方向42pに駆動される。ピッチコイル48pにはスリット411pが設けられており、

投光器412p(赤外発光ダイオードIRED)と受光器413p(半導体位置検出素子PSD)の関連により固定枠43のピッチ方向42pの位置検出を行う。

【0063】以上がピッチ方向の駆動機構である。

【0064】次に、ヨー方向(矢印42g方向)の駆動機構について説明する。

【0065】保持枠46上の突部46b、46cにはPOM等のすべり軸受44yが装着されている。一方、不図示のレンズ鏡筒に取付けられたハウジング414上の突起部414aにはヨースライド軸45yが固設される。そして軸受44yが該軸45y上を摺動できるので保持枠46、固定枠43もヨー方向(矢印42y方向)へ移動可能となる。又、固定枠43にはヨーコイル48yが設けられており、ヨーコイルを挟むヨーマグネット49yとヨーヨーク410yで形成される磁界との相互作用で固定枠43はヨー方向42yにも駆動される。ヨーコイル48yにはスリット411yが設けられており、ピッチ方向と同様固定枠23のヨー方向42yの位置検出を行う。そして、補正レンズ41のピッチ方向42pとヨー方向42yの駆動は図1で示す構成となっている。

【0066】なお、固定枠43の左下部に設けられた平面部43cは不図示のレンズ鏡筒固定部に設けられたブレ止め用の突起50により光軸方向の位置を規制される。これは、固定枠43の位置規制部が前述の構成ではピッチ方向は43a、43b、ヨー方向は46b、46cと各々2ヶ所であり、固定枠43の動きをシフト方向のみに規制するためには最低各々3ヶ所の位置規制部(保持部)が必要なためである。よって2個の突起50(裏側1個は不図示)が平面部43cを表裏から位置規制し、固定枠43が光軸方向に動く(フレ)のを防止している。

【0067】以上の構成において、補正レンズ41はピッチ方向、ヨー方向各々独立に駆動可能となっている。

【0068】次に、上記の補正光学支持機構の駆動回路を説明する。

【0069】図5は像ブレ補正制御部を詳しく表したもので、点線で囲まれた部分が図1の像ブレ補正制御回路ICNTに相当する。そして、該回路ICNTや角変位計AD等はピッチ、ヨー方向駆動用に各々2個ずつ備えられており、ピッチ方向用の各要素や信号ラインの名称にはpが、ヨー方向用にはyの添字が付加されている。ただし、以下の説明ではピッチ・ヨー方向をまとめて説明し、添字p、yは省略する。

【0070】ADは前述した角変位計で、レンズ鏡筒のブレ角変位(θ)を出力する。SAD1、SAD2は前述した角変位計ADのブレ検出特性を変更する制御ラインで、該ラインSAD1、SAD2がハイレベルになると該角変位計のADハイパス特性が強化されて低周波ブレに対する検出能力が低下する様に構成される。すなわち、パンニング等の操作で該角変位出力 θ が飽和した

時、適宜該ラインSAD1、SAD2をハイレベルにする事により、角変位出力 θ の「0」への復帰が早められる。

【0071】角変位出力 θ はブレ補正用マイコンICPU内で係数変換されて制御信号dとなり、像ブレ補正制御回路ICNT内のサンプルホールド回路SHに入力される。サンプルホールド回路SHはブレ補正用マイコンICPUからの制御ラインSSHにより制御され、該ラインSSHがローレベルの時、制御信号dは該回路SHをそのまま通過し、該ラインSSHがハイレベルの時には、ハイレベルになった時点での制御信号dをホールドして出力し続ける。

【0072】SWACTはアクチュエータIACTへの制御信号入力をオンオフ制御するスイッチで、ブレ補正用マイコンICPUにより制御され、該スイッチSWACTがオンされるとアクチュエータIACTの駆動が開始されてブレ補正動作が開始する。

【0073】COMPEはフィードバックループ系の安定度を増すための位相補償回路であり、この出力信号V_{act}がアクチュエータIACTへの印加電圧となる。

【0074】アクチュエータIACTが動作すると、補正光学系ILNSが駆動され、該光学系ILNSと一体で動くスリットSLT及びレンズ鏡筒に固定されたIREDとPSDの作用により、該補正光学系ILNSの変位信号d_iがPSDより出力される。そして、該信号d_iが加算点P1に反転入力される事により、dを制御量としたフィードバックループが形成され、補正光学系ILNSは制御信号dに対応した変位にて駆動制御される。

【0075】次に、上記構成におけるカメラ本体CMR及びレンズLNSそれぞれでの動作について、図6及び図7を用いて説明する。

【0076】先ず、図6のフローチャートを用いてカメラ本体CMR側の動作について説明する。

【0077】カメラ本体CMR側の不図示の電源スイッチがオンとなると、カメラ内マイコンCCPUへの給電が開始され、ステップ(001)を経てステップ(002)からの動作を開始する。

【0078】ステップ(002)では、リリースボタンの第1段階押下によりオンとなるスイッチSW1の状態検知がなされ、SW1オフの時にはステップ(003)へ移行して、カメラ内マイコンCCPU内のRAMに設定されている制御用のフラグ、変数を総てクリアして初期化し、ステップ(004)へ進む。

【0079】ステップ(004)では、レンズLNS側へ像ブレ補正動作(IS)を停止する命令を送信する。

【0080】上記ステップ(002)~(004)はスイッチSW1がオンとなるか、或は電源スイッチがオフとなるまで繰返し実行される。

【0081】また、スイッチSW1がオンする事によ

り、ステップ(002)から(011)へ移行する。

【0082】ステップ(011)では、レンズ通信を行う。この通信は露出制御(AE)、焦点調節制御(AF)を行うのに必要な情報を得るための通信で、カメラ内マイコンCCPUが信号ラインDCLを介してレンズ内マイコンLCPUに通信命令を送出すると、レンズ内マイコンLCPUは信号ラインDLCを介してROM内に記憶されている焦点距離、AF敏感度、開放Fナンバ等の情報を送信する。

【0083】ステップ(012)では、レンズLNS側へ像ブレ補正動作を開始する命令を送信する。

【0084】ステップ(013)では、露出制御のための「測光」サブルーチンを実行する。つまり、カメラ内マイコンCCPUは図1に示した測光用センサSPCの出力をアナログ入力端子に入力し、A/D変換を行ってそのデジタル測光値Bvを得る。

【0085】ステップ(014)では、露出制御値を得るための「露出演算」サブルーチンを実行する。該サブルーチンでは、アベックス演算式「 $A_v + T_v = B_v + S_v$ 」及び所定のプログラム線図に従い、シャッタ値 T_v 及び絞り値 A_v を決定し、これらをRAMの所定アドレスへ格納する。

【0086】ステップ(015)では、「像信号入力」サブルーチンを実行する。ここではカメラ用マイコンCCPUは焦点検出用のセンサSNSから像信号の入力を行う。

【0087】ステップ(016)では、上記入力した像信号に基づいて撮影レンズのデフォーカス量を演算する。

【0088】上記ステップ(015)、(016)のサブルーチンフローは、本願出願人によって特願昭61-160824号等により開示されているので、ここではその詳細な説明は省略する。

【0089】ステップ(017)では、「レンズ駆動」サブルーチンを実行する。該サブルーチンではカメラ本体CMR側のステップ(016)において演算した焦点調節レンズFLNSの駆動パルス数をレンズ内マイコンLCPUに送信するのみで、その後はレンズ内マイコンLCPUが所定の加・減速カーブに従いモータFMTRを駆動制御する。そして駆動終了後は終了信号をカメラ内マイコンCCPUに送信し、このサブルーチンが終了して再びステップ(002)へ戻る。

【0090】次に、破線で囲まれた上記ステップ(015)～(017)に示される焦点調節サイクル内の各動作を実行中にスイッチSW2のオンによるレリーズ割込みが入った場合について説明する。

【0091】スイッチSW2は先に説明した様に、カメラ内マイコンCCPUの割込み入力端子へ接続されており、該スイッチSW2がオンした時にはいずれのステップを実行中でも割込み機能にて直ちにステップ(021)へ移行する様に構成されている。

【0092】破線で囲まれたステップを実行中にスイッチSW2割込みが入ると、ステップ(021)を経てステップ(022)へ移行する。

【0093】ステップ(022)では、レリーズ動作を行う。

【0094】ステップ(023)では、フィルム巻上げを行って1駒分の撮影を終了し、ステップ(002)へ戻る。

【0095】なお、上記ステップ(013)乃至(017)及びステップ(022)、(023)の各サブルーチンは既に公知であり、詳しい説明は省略する。

【0096】次に、図7のフローチャートを用いてレンズLNS側にて行われる像ブレ補正動作について説明する。なお、各ステップにおいて、添字pyが付加されたものは、ピッチ、ヨー方向の動作を各々順次行う事を示す。

【0097】ステップ(101)では、像ブレ補正用メインスイッチSWISのオンにより、像ブレ補正用マイコンICPU、その周辺回路及び角変位計AD等に電源を投入する。これにより、像ブレ補正用マイコンICPUは図9のステップ(102)以降のプログラムの実行を開始する。

【0098】ステップ(102)では、像ブレ補正マイコンICPU内の全フラグ、全変数をクリアし、「0」に設定する。ステップ(103)では、制御ラインSAD1,,、SAD2,,をハイレベルとして角変位計AD,,の角変位出力 θ ,,に強いハイパス特性を与え、像ブレ補正開始時に補正光学系ILNSの変位が原点に近い状態から開始するようにしている。ステップ(104)では、制御ラインSSH,,をローレベルとして制御変位 d ,,の通過を許可している。

【0099】ステップ(105)では、像ブレ補正(IS)開始命令の判別を行い、カメラ本体CMRよりIS開始命令が来ていない時はステップ(106)へ移行する。ステップ(106)では、スイッチSWACT,,をオフ(閉)とし、アクチュエータIACT,,への制御信号の入力を禁止、すなわち像ブレ補正動作を禁止する。そして、ステップ(103)へ戻り、ステップ(103)乃至(106)を繰返し実行する。この状態では、像ブレ補正は行われていない。

【0100】ステップ(103)乃至(106)を実行中にカメラ本体CMRよりIS開始命令を受信すると、ステップ(105)よりステップ(111)へ移行する。

【0101】ステップ(111)では、制御ラインSAD1,,、SAD2,,をローレベルとし、角変位計AD,,のブレ検知特性を手ブレ補正適合状態にする。ステップ(112)では、スイッチSWACT,,をオンとし、像ブレ補正を開始する。

【0102】ステップ(113)では、ズーム環位置及び焦点調節用レンズ位置を検出するエンコーダENCZ、ENCXの状態を検知し、その出力情報よりROMに格納

されたデータからその時の焦点距離 f 、撮影倍率 β 及び偏心敏感度 S_i (f , β) を読出す。なお、 S_i (f , β) は ROM に記憶されたマトリクスデータであり、各 f , β の値に対応したデータが読出される。

【0103】ステップ(114)では、

$$\theta_i = \theta_{i,1}, \{1 - \alpha + \alpha (f_{i,1}/f)\}$$

に従って、撮影時の焦点距離 f におけるブレ補正角上限値 θ_i の計算を行う。ここで、 $\theta_{i,1}$ はテレ端におけるブレ補正最大角、 $f_{i,1}$ はテレ端における焦点距離、 α はブレ補正角上限値 θ_i の変化率を決めるための定数である。そして、 α を「0.2」、また、「 $\theta_{i,1}$ 」、「 $f_{i,1}$ 」を図14に従って「0.023 rad」、「300mm」として「 $f=100$ 、170、300mm」におけるブレ補正角上限値 θ_i を計算すると、図8の様になる。

【0104】また、図8には前述の①及び②式を用いて求めた像面上でのブレ補正量上限値 $d_{i,1}$ 、補正光学系 I L N S の変位上限値 d_i も示してある。

【0105】次いで、ステップ(115)では、前述の④式におけるブレ変位角 θ を補正光学系 I L N S の制御変位 (d) に変換する係数 k の演算を行う。

【0106】次のステップ(116)から(121)では補正光学系 I L N S のピッチ方向の変位規制を行う。

【0107】まずステップ(116)では、ステップ(114)で求めたブレ補正角上限値 θ_i と現在のピッチ方向ブレ角変位 θ の比較を行う。そして、ブレ角変位 θ の絶対値がブレ補正角上限値 θ_i より小さければステップ(117)へ移行して像ブレ補正を行い、以上であればステップ(120)へ移行して像ブレ補正を中断する。

【0108】ステップ(117)では、ブレ角変位 θ を補正光学系 I L N S の変位制御値 d_i に変換し、サンプルホールド回路 S H、へ出力する。ステップ(118)では、制御ライン S S H、をローレベルとし、サンプルホールド回路 S H、を不作動とし信号 d_i を通過させる。ステップ(119)では、制御ライン S A D 1、をローレベルとし、角変位計 A D、のブレ検知特性を手ブレ補正適合状態にする。すなわちステップ(117)、(118)、(119)では通常の像ブレ補正動作を行う。

【0109】一方、ステップ(116)においてブレ角変位 θ の絶対値がブレ補正角上限値 θ_i 以上の場合にはステップ(120)へ移行し、ステップ(120)において制御ライン S S H、をハイレベルとする。すると、サンプルホールド回路 S H、の出力はその時点での入力値に固定される。従って、補正光学系 I L N S の変位は図8における d_i 付近に固定されたままとなり、像ブレ補正が中断される。ステップ(121)では、制御ライン S A D 1、をハイレベルとし、角変位計 A D、にハイパス特性を与え、その出力信号 d_i が素早く零に復帰して、像ブレ補正が再開されるのを助ける。

【0110】以上のステップ(116)乃至(121)はピッチ方向の制御であるが、次のステップ(122)ではヨー方向

について上記と同様の制御を行う。ただし、この図ではこれを省略してステップ(122)で表してある。

【0111】次のステップ(123)では、カメラ本体 C M R から I S 停止命令を受信したか否かの判定を行い、受信していなければステップ(113)に戻ってピッチ、ヨー方向の像ブレ補正を継続し、受信していればステップ(103)へ戻り、ステップ(106)にて像ブレ補正を停止する。なお、ステップ(113)乃至(123)のフローは数 msec 程度のサイクルで繰返し行われるので、1~10 Hz 程度の帯域を有する手ブレに対しては充分な補正ができる。

【0112】以上のフローの効果を表したのが図9及び図10である。

【0113】図9は焦点距離 f に対するブレ補正可能角で、破線で示した θ_{max} は従来例、実線で示した θ_i は本実施例を示す。従来例では、焦点距離 f に対する補正可能角の変化が大きいが、本実施例ではこの変化が緩和されているのがわかる。

【0114】なお、本実施例において、ワイド側のブレ補正可能角をテレ側に対してやや大きくしたのは、ワイド側では撮影者がカメラをやや無造作に構えてブレが多少大きくなる事を考慮しているからであるが、図7のステップ(114)における定数 α を零とすれば、図9の一点鎖線で示す様にブレ補正可能角を完全に一定に保つ事ができる。

【0115】図10は焦点距離 f に対する補正光学系 I L N S の変位可能量で、破線で示した従来例では焦点距離 f によらず一定であったものが、実線で示した本実施例ではワイド側で可動範囲が規制されている事がわかる。

【0116】前記第1の実施例では、焦点距離によらずブレ補正可能角を略一定にし、使い勝手を向上させるというものであったが、以下に述べる本発明の第2実施例では、ズーム操作に伴う収差発生状況に応じてブレ補正可能範囲を規制し、常に収差のない写真を得られる様にしようとするものである。

【0117】像ブレ補正機能を有したズーム光学系を設計するのに当っては、補正光学系 I L N S をその変位可能最大値まで駆動した時にも全ズーム領域にわたって収差が補正されているのが理想である。しかしながら、種々の制約により必ずしも完全に収差補正できるとは限らない。一方、手ブレ補正の必要性はテレ側において重要であるので、上記光学系の設計はテレ側における収差補正を重視するのが一般的であり、その結果ワイド側で像ブレ補正時の収差が大きくなる。

【0118】図11は補正光学系 I L N S の変位量 d に対する収差発生状況を概念的に示したものであり、横軸は変位量 d 、縦軸は収差量に対応する画像劣化量 G で、 G_i が劣化許容量である。そして、テレ端 ($f=300mm$) では補正光学系 I L N S の可動全領域内で収差は許容内

に収るが、 $f=170\text{mm}$ 、 100mm では図のごとく最大変位量 ($\pm 2\text{mm}$) に達する前に収差が許容値を越えてしまう。

【0119】そこで、この第2の実施例では、各焦点距離 f における補正光学系 I L N S の最大変化許容量をブレ補正マイコン I C P U 内に記憶させ、像ブレ補正時の該光学系の変化を該記憶値に従って制限させている。

【0120】図12は該第2の実施例における像ブレ補正動作を示すフローチャートである。

【0121】図12において、ステップ(101)乃至(113)は第1の実施例と同様なので、ここではステップ(113)以降について説明する。

【0122】ステップ(111)、(112)において像ブレ補正を開始し、ステップ(113)でブレ補正マイコン I C P U 内の ROM より焦点距離 f 、撮影倍率 β 、偏心敏感度 S_i を読出した後、ステップ(131)では、同じく ROM より補正光学系 I L N S の変位許容量データ d_i を読出す。該データ d_i は偏心敏感度 S_i と同様に焦点距離 f と撮影倍率 β の関数であり、各々の値に応じたマトリクス $d_i(f, \beta)$ として ROM 内に記憶されている。次のステップ(132)では、第1の実施例のステップ(115)と同様に変換係数 k の演算を行う。

【0123】ステップ(133)乃至(138)では補正光学系 I L N S のピッチ方向の変位制御を行う。

【0124】まず、ステップ(133)では、ステップ(117)と同様にブレ角変位 θ を補正光学系 I L N S の変位制御値 d_i に変換し、サンプルホールド回路 S H、へ出力する。ステップ(134)では、ステップ(131)で読出した補正光学系 I L N S の変位許容値 d_i と現在の変位制御量 d_i の比較を行う。そして、「 $|d_i| < d_i$ 」ならステップ(135)、(136)へ移行し、ステップ(118)、(119)と同様の操作を行って像ブレ補正動作を継続する。一方、「 $|d_i| \geq d_i$ 」ならステップ(137)、(138)へ移行し、ステップ(120)、(121)と同様に補正光学系 I L N S の変位を固定する。

【0125】ステップ(139)では、上記ステップ(133)乃至(138)と同様の制御をヨー方向について行う。そして、ステップ(140)においてカメラ本体 C M R から I S 停止命令を受信したか否かの判定を行い、受信していなければステップ(113)に戻ってピッチ、ヨー方向の像ブレ補正を継続し、受信していればステップ(103)へ戻り、ステップ(106)にて像ブレ補正を停止する。

【0126】以上の各実施例によれば、撮影光学系のズームあるいは焦点調節用レンズの位置状況に応じて、補正光学系 I L N S の駆動可能範囲を制限するようにしている為、使い勝手の良い像ブレ補正装置を提供することができると共に画像劣化のない写真を与えることができる。

【0127】具体的には、第1の実施例では、焦点距離が変わっても像ブレ補正可能角が略一定となる様に補正光学系 I L N S の変位規制手段を設けたため、焦点距離を

変更してもパンニング操作性が低下せず、常に使い勝手の良い像ブレ補正装置を提供可能となる。

【0128】また、第2の実施例では、各焦点距離における補正光学系 I L N S の変位最大値をブレ補正マイコン I C P U 内の ROM に記憶しておき、これに基づいて補正光学系 I L N S の変位を制限する様にしたため、手ブレ補正能力を損なう事なく、収差による像劣化も防止できるので、常に質の良い画像を得ることが可能となった。

【0129】(変形例) 本実施例では、撮影光学系の一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向にシフトさせて像ブレ補正を行っていたが、これを可変頂角プリズムで実施する場合にも同様の効果がある。可変頂角プリズムとは、本出願人による特開平 2 - 5 9 7 1 8 号等で提案された2枚の平行平面ガラス間に液体を封入し、該ガラスの相対角度を変えて可変頂角プリズム作用を持たせ、光軸を傾けて像ブレ補正を行うものである。そして、該可変頂角プリズムを撮影光学系の内部に配置した場合には、該可変頂角プリズムの変位角とブレ補正角の比例定数がズーミングにより変化するし、収差の発生状況も変化する。よって、本発明の第1、第2の実施例のフローを該可変頂角プリズム駆動制御に適用すれば同様の効果が得られる。

【0130】また、第1実施例と第2実施例を組合せて補正光学系 I L N S の変位が2種類の変位制限装置のうちの小さい方の制限値に達した事により、駆動を規制するという実施例も容易に考えられる。

【0131】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、像ブレ補正手段内に、変倍光学群又は焦点調節群の位置に応じて補正光学機構の駆動変位の上限値を決定し、これに基づいて補正光学機構の変位を制限する制限手段を設け、ズーミング等により像ブレ補正範囲が変化した場合にはその変化に応じて補正光学機構の変位、つまり像ブレ補正範囲を制限し、ワイド側での像ブレ補正範囲が広くなり過ぎないようにしたり、前記像ブレ補正範囲が収差の大きな領域部分までも含まないようにしている。よって、パンニング操作性を低下させず、使い勝手を良好なものにすることができ、更に画像劣化のない写真を与えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例装置を備えたカメラの概略を示す構成図である。

【図2】本発明の各実施例において使用される結像光学系を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施例における角変位計の機械的及び電気的構成及び増幅度について示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例における補正光学機構を示す斜視図である。

【図5】本発明の第1の実施例における像ブレ補正制御

回路を示すブロック図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施例装置を備えたカメラの本体側での動作を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の第 1 の実施例装置を備えたカメラのレンズ側での像ブレ補正動作を示すフローチャートである。

【図 8】本発明の第 1 の実施例における焦点距離とブレ補正角上限値や補正光学系の変位上限値等の関係を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施例の作用について説明するための図である。

【図 10】同じく本発明の第 1 の実施例の作用について説明するための図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施例の作用について説明するための図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施例装置を備えたカメラのレンズ側での像ブレ補正動作を示すフローチャートであ

る。

【図 13】この種の装置における像ブレ補正制御系について説明するための図である。

【図 14】この種の装置に配置される光学系の各ズーム位置における偏心敏感度、最大変位量、像の変位量最大値、及びブレ補正可能角について示す図である。

【符合の説明】

CMR カメラ本体

LNS レンズ

ILNS 補正光学系

ICPU 像ブレ補正用マイコン

AD 角変位計

I ACT 像ブレ補正用アクチュエータ

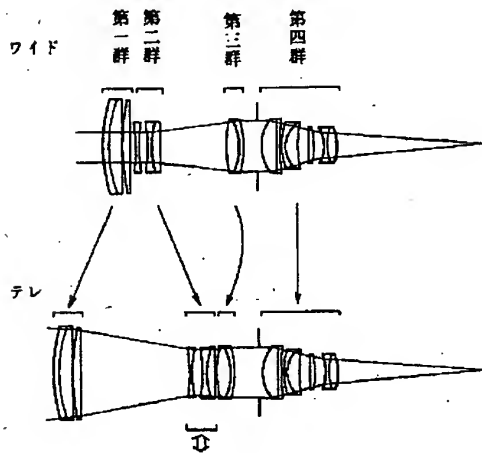
ICNT 像ブレ補正制御回路

SH サンプルホールド回路

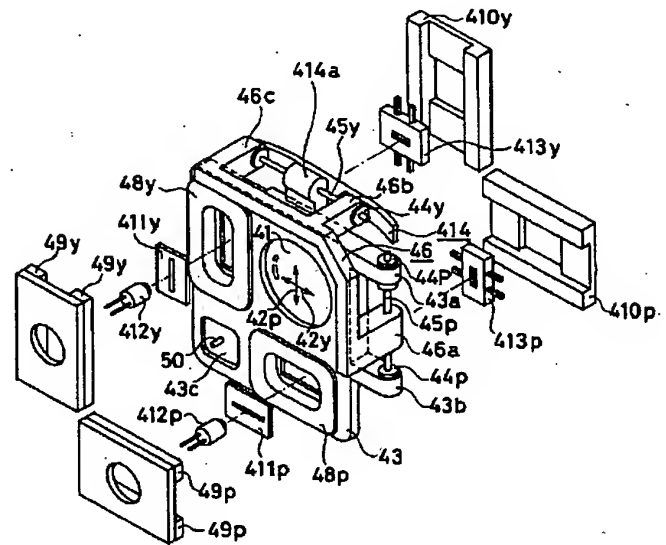
ENCZ ズーム位置検出用のエンコーダ

ENCB 焦点調節用レンズ位置検出用のエンコーダ

【図 2】



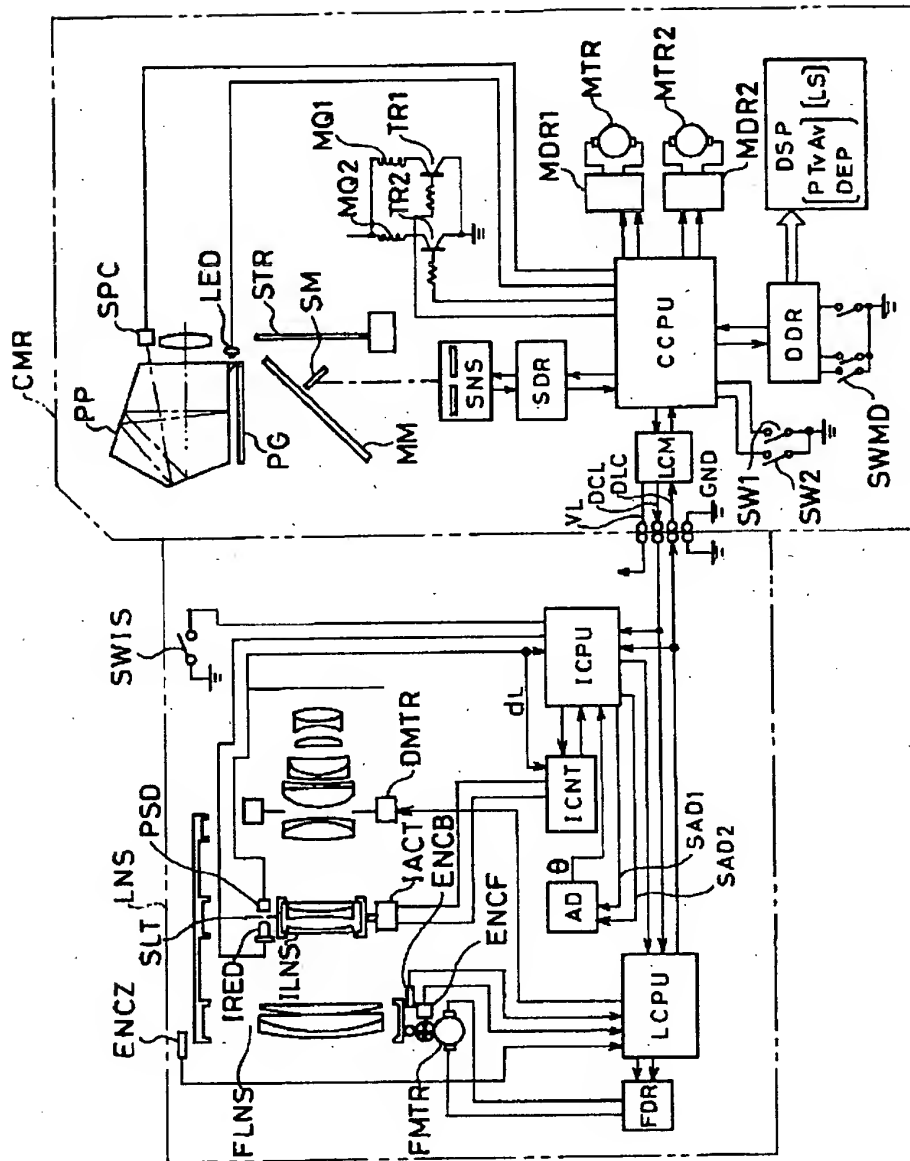
【図 4】



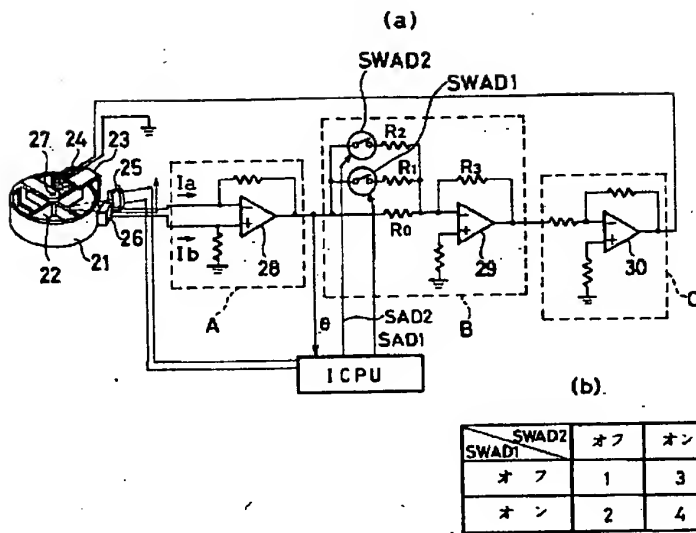
【図 8】

f	$S_d(f, \beta)$	d_t	d_{MF}	θ_t
100mm	2.5	$\pm 1.3\text{mm}$	$\pm 3.2\text{mm}$	$\pm 0.032 \text{ rad}$
170mm	3	$\pm 1.5\text{mm}$	$\pm 4.6\text{mm}$	$\pm 0.027 \text{ rad}$
300mm	3.5	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 7 \text{ mm}$	$\pm 0.023 \text{ rad}$

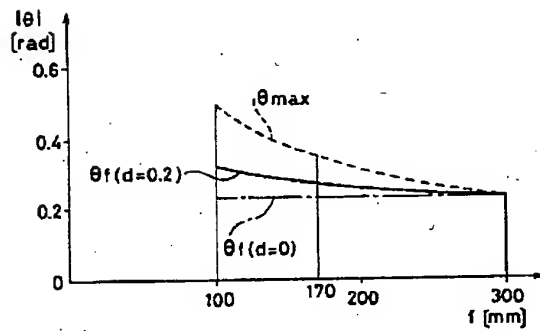
【図1】



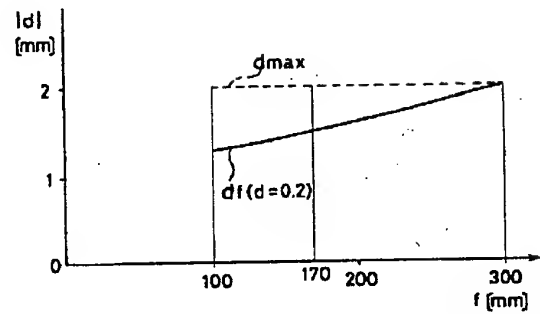
【図3】



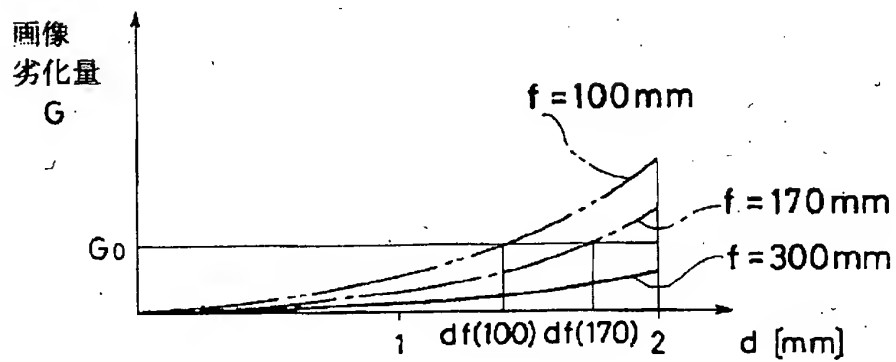
【図9】



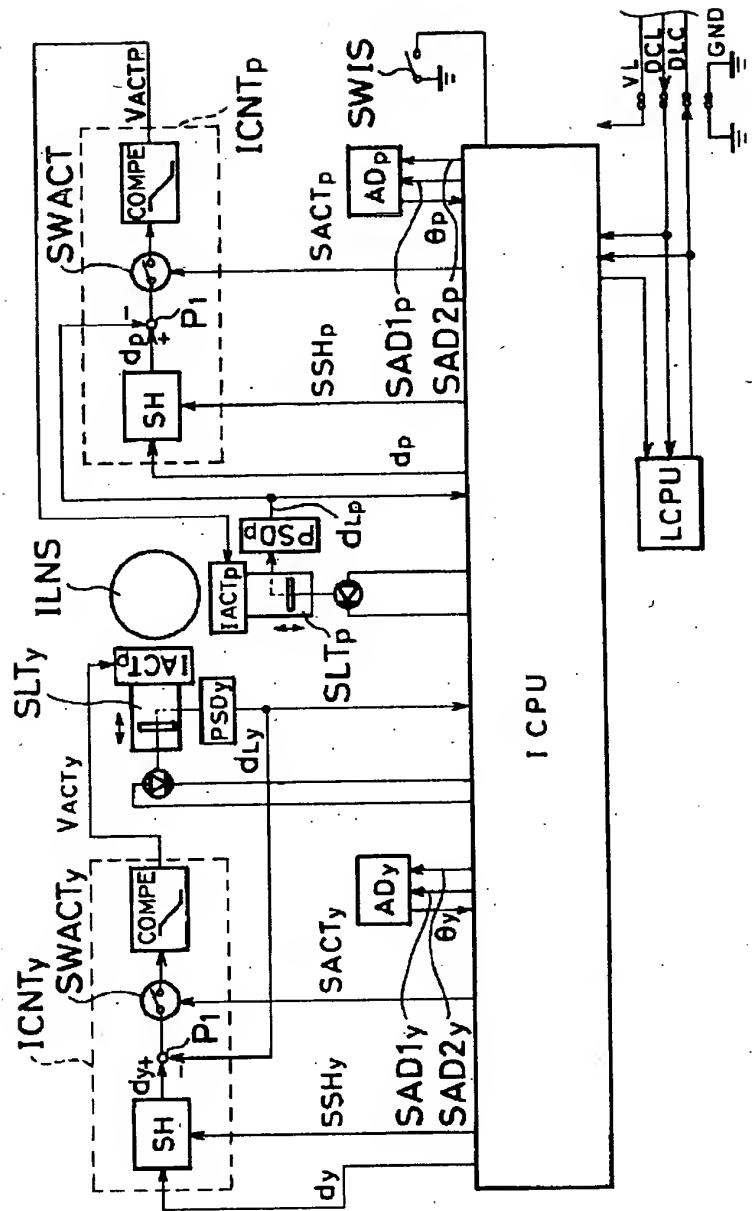
【図10】



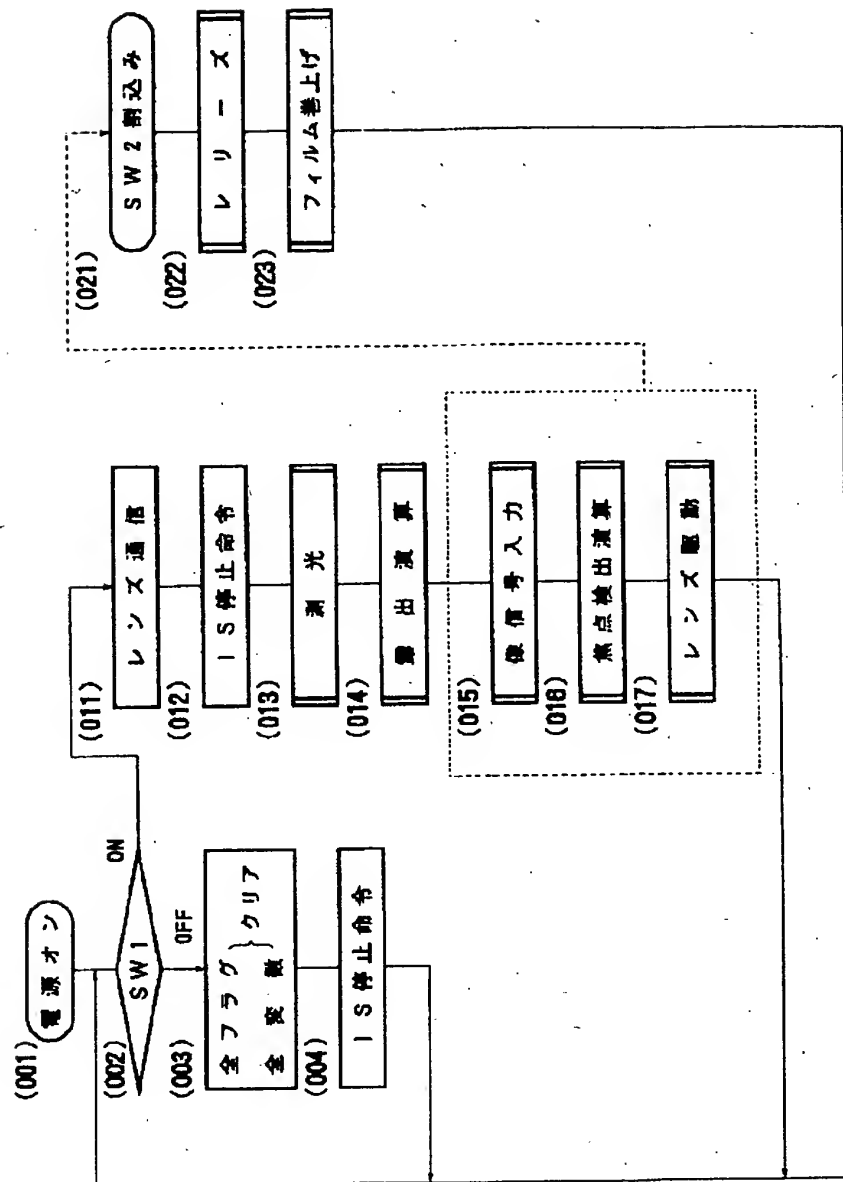
【図11】



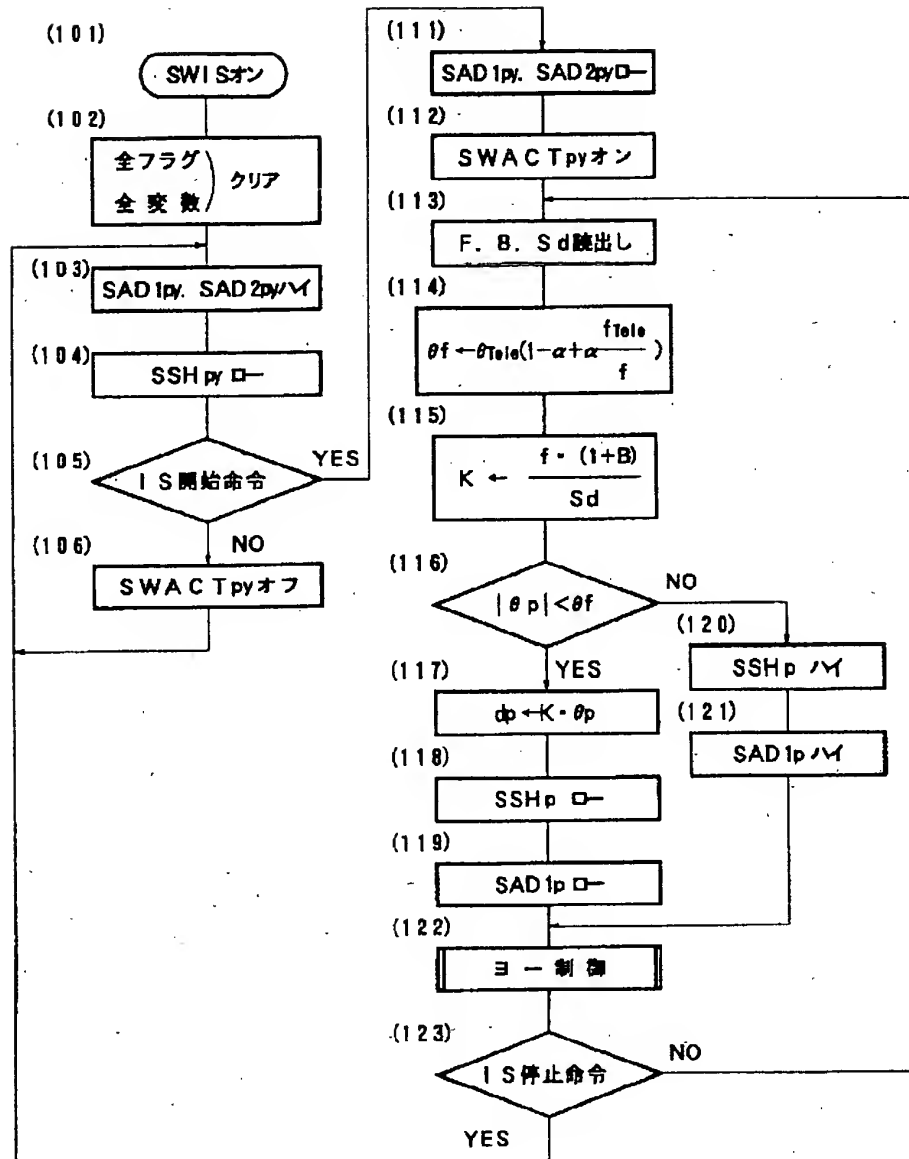
【図 5】



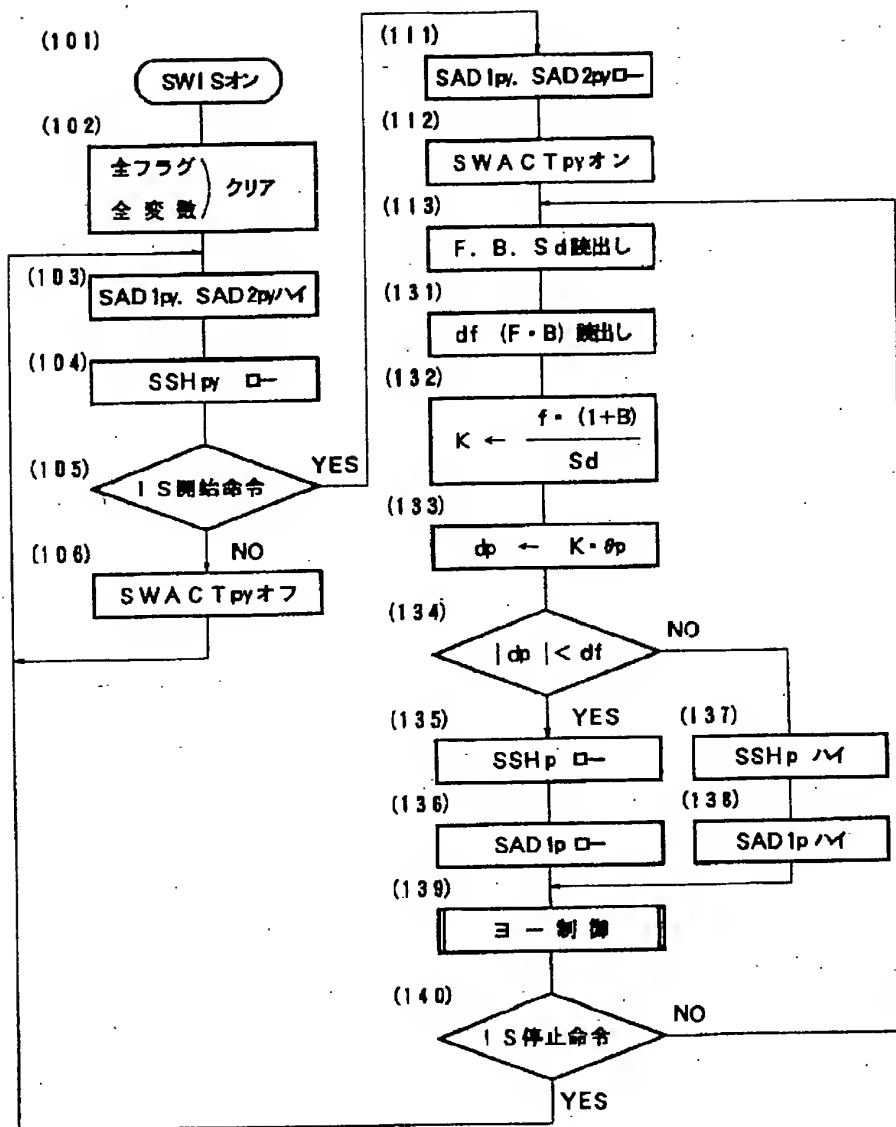
【図6】



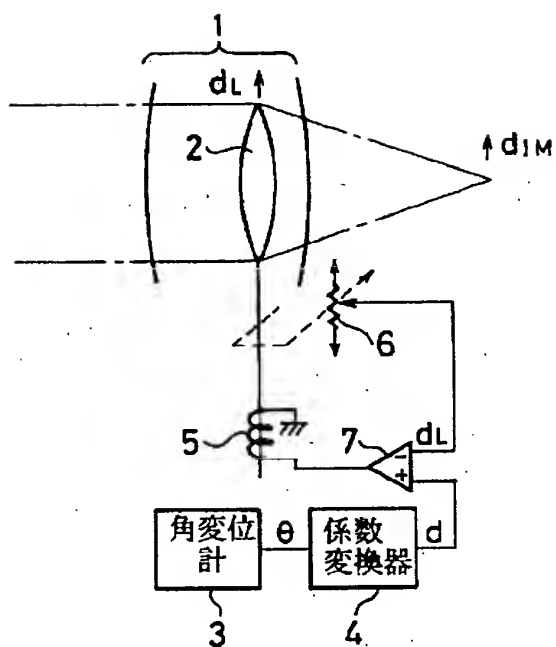
【図 7】



【図 12】



【図 13】



【図 14】

f	$Sd(f, \beta)$	$d_{L \max}$	$d_{M \max}$	θ_{\max}
100 mm	2.5	$\pm 2 \text{ mm}$	$\pm 5 \text{ mm}$	$\pm 0.050 \text{ rad}$
170 mm	3	$\pm 2 \text{ mm}$	$\pm 6 \text{ mm}$	$\pm 0.035 \text{ rad}$
300 mm	3.5	$\pm 2 \text{ mm}$	$\pm 7 \text{ mm}$	$\pm 0.023 \text{ rad}$